核能公众接受性：研究图景、理论框架与展望

杜 娟　朱旭峰*

清华大学 公共管理学院 北京 100084

摘要　核能的公众接受性是一个快速发展的交叉研究课题，也是风险认知学科最具代表性的研究主题之一。当前国内学界在该领域仍处于探索阶段，理论水平和研究方法相对落后于国际学术前沿，迫切需要展开深入研究。文章以中、英文权威科学索引收录的期刊论文为对象，使用理论综述的方法展开综合研究，以期为核能公众性研究发展提供理论支撑和方向预判。文章首先对核能公众接受性研究构建一幅整体图景，接着对这一领域的中外文献进行归纳和整理，将现有理论成果整合成一个理论框架。在此基础上，对当前研究存在的不足进行了反思，指出未来的核能公众接受性研究应将宏微观跨层互动与文化视角纳入分析，加强跨学科领域的理论对话，以及引入更为有效的研究方法并提高数据质量。

关键词　核能，公众接受性，研究方法理论综述，理论框架

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.2019.06.009

核能作为一种清洁能源，已经成为改变全球能源结构，应对全球气候变化的主要方案之一。从综合角度来看，核能的贡献不只限于节能减排和清洁电力生产，核能的应用与联合国可持续发展目标（Sustainable Development Goals，SDGs）中的几乎所有目标密切相关。核能为解决社会、经济、环境、资源等多个维度的发展问题提供重要解决方案，是帮助国家实现联合国可持续发展目标的一个具有生命力的能源选择。

当前，全球正经历新一轮核能复兴，核电已成为中国能源核心竞争力的代表。根据国际原子能机构的预测，全球核能仍将持续增长，而中国将成为核电未来增长的引领者[1]。截至 2019 年 4 月，中国大陆共有 45 座在运核能机组，约 15 座在建核反应堆，并有更多项目即将开工①。与此同时，民众对政府核能决策的

*通讯作者

基金项目：国家社科基金重大项目（17ZDA077）
修改稿收到日期：2019年6月8日

① 统计数据来自国际核能协会官网（https://www.iaea.org），中国核能发展的其他进展可参见：http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/china-nuclear-power.aspx。

支持已成为影响核能项目顺利实施和有序发展的关键因素。随着中国核能进入规模化发展期，研究核能的公众接受性，推动技术与社会系统的良性互动，对我国核能战略发展与社会稳定有着重要意义，更为我国实现联合国可持续发展的目标，应对全球性发展问题提供思路。因此，加大核能公众接受性研究无论是在理论上还是实践上都尤为迫切。

1 核能公众接受性的源起与内涵

公众接受性（public acceptance）研究已有 60 年的历史，目前正在向深度和广度拓展。公众接受性反映公众认同和接纳一项新技术的程度，这一术语发源于风险认知（risk perception）学科研究。1969 年，斯塔尔（Starr）在 *Science* 上发表文章探讨技术发展中的社会风险认知问题，尝试对“多安全才足够安全”（how safe is safe enough）这一问题做出回答[2]。历经 60 年的学科发展，公众接受性的概念如今已广泛应用于公众对科技创新、环境能源和气候变化等议题的态度与行为研究。

回顾核能发展的历史背景，核能的公众接受问题产生于几个关键历史节点。在核电发展早期，由于厂址并不稀缺，核电相对于火电的经济性是核能行业发展的决定因素。后来，随着新建核电站的快速增加，地域政治和公众安全开始对核能产业发展提出挑战。例如，20 世纪 70 年代美国核能快速发展时期，当时的主要社会问题为究竟选择在距离公众多远的地方建造核设施以及核反应堆的安全性。1979 年，三里岛核事故②成为民众反核态度激化的历史转折点，公众接受性问题自此在核能发展中发挥重要影响。尤其是 2011 年日本福岛核事故后，公众对核设施产生强烈的抵触心理，反核抗议活动一度导致中国在内的许多国家的后续核能项目陷入困境。进而，核能的公众接受性问题成了核能全球战略发展的关键因素。

本文中“核能的公众接受性”泛指公众对核能技术、核电站建设以及核能发展政策的接受程度。核能公众接受性研究既是政治学、心理学、公共政策等领域中公共舆论与风险治理研究的一大分支，更是科学创新与公共管理的交叉研究课题。核能公众接受性研究以公众与核能技术间的相互作用关系为研究对象，一方面有助于社会科学研究者提炼出关于公共舆论、政策过程和政府回应的一般性知识；另一方面有助于决策者更清楚地把握公众心理，制定出技术可行、人民满意的政策，实现决策过程的科学化和民主化。

纵览国内的相关研究成果可以发现，当前国内研究未能充分吸收国际学术界的研究进展，缺乏对理论体系与国际研究转型趋势的整体把握，导致重复性工作较多、创新性成果偏少。因此，提出能够指导未来核能公众性研究发展的理论支撑和方向预判成为一项重要且紧迫的工作。本文以国外权威的科学引文索引（ISI Web of Science 核心合集）收录的英文论文和中国知网（CNKI）收录的中文社会科学引文索引（CSSCI）来源期刊论文为对象，主要运用理论综述的研究方法，力图回答以下问题：① 当前国内外文献中的核能公众接受性研究有着怎样的发展趋势与前沿热点？② 国际上核能公众接受性研究的理论框架是什么？③ 学界相关研究和当前政策实践有哪些不足之处？④ 未来又有哪些可能的发展方向？

② 1979 年 3 月 28 日凌晨 4 时，美国宾夕法尼亚州的三里岛核电站第 2 组反应堆的操作室里，红灯闪亮，汽笛报警，涡轮机停转，堆芯压力和温度骤然升高，2 小时后，大量放射性物质溢出。在三里岛事件中，从最初清洗设备的工作人员的过失开始，到反应堆彻底毁坏，整个过程只用了 120 秒。6 天以后，堆芯温度才开始下降，蒸气泡消失——引起氢爆炸的威胁免除了。100 吨铀燃料虽然没有熔化，但有 60% 的铀棒受到损坏，反应堆最终陷于瘫痪。此事故为核事故的第五级（核事故共 7 个级别，级别越高，危害越大）。事故发生后，全美震惊，核电站附近的居民惊恐不安，约 20 万人撤出这一地区。美国各大城市的群众和正在修建核电站的地区的居民纷纷举行集会示威，要求停建或关闭核电站。美国和西欧一些国家政府不得不重新检查发展核动力计划。

2 核能公众接受性的研究图景

2.1 研究概述与数据来源

自 20 世纪 60 年代起，国际学界对以核能为代表的新兴科技与风险项目的公众接受问题进行了大量探索性研究。在国际科学索引权威机构 ISI Web of Science（WoS）的核心合集中，使用核能（nuclear energy、nuclear power）、公众接受（public acceptance、public support）以及感知（perception）和态度（attitude）等作为关键词组合对有关文献进行主题检索，共得到 883 篇相关学术论文。图 1 中展示了 1990 年以来，WoS 核心合集收录的相关期刊论文年发文数和年引文数，并配以全球核能年发电量的相关数据作为参考。可以看出，20 世纪 90 年代中期以来核能在世界范围内兴起；同时，国际学界对核能公众接受研究也进入活跃期，引文数量呈现出爆发性增长的趋势。

然而，相对于国际学术界的繁荣景象，国内对核能接受性的研究尚在萌芽之中。在中国知网的期刊数据库中以“核能”“核电”“接受”“态度”“认知”等词组作为关键词进行主题检索，仅得到 43 条相关结果。其中发表于 CSSCI 来源期刊的相关学术论文

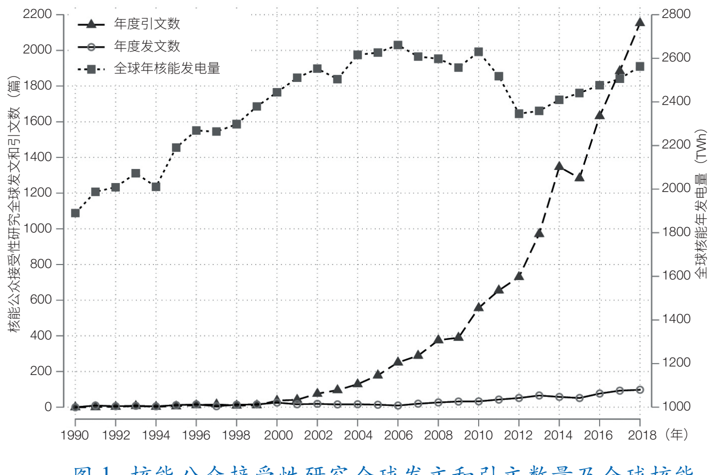


图 1 核能公众接受性研究全球发文和引文数量及全球核能年发电量走势图

全球核能发电量数据来自世界核能协会（WNA）网站（http://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/reactor-database.aspx）

仅有 13 篇，且均为 2000 年以来的新作。国内学界对核能公众接受性的理论研究主要分为引介性的文献综述[3-5]和基于风险认知视角的理论探讨[6,7]。但是，前者未能深入分析核能接受性研究未来的发展方向，也未提出研究创新的建设性意见；后者则缺乏对公众接受性理论体系的把握和对话，未能构架一个全局、动态的理论框架。现有的实证研究多局限于单案例描述，或对某个地区的抽样调查数据进行变量间的相关分析[8,9]，仅有极个别的研究采用调查实验等相对前沿的研究方法[10]。总体而言，国内学界在该领域尚处于探索阶段，理论水平和研究方法相对落后于国际学术前沿。

2.2 研究话题与演进过程

为了探究国际核能公众接受研究的演进过程，本文以 WoS 核心集 2000—2018 年收录的英文期刊为对象，使用文献计量工具 Citespace 进行文献共被引网络聚类分析[11]。通过对共被引网络的聚类进行分析，可以得到某个研究领域最活跃的研究话题及其相关信息，借此把握该领域知识结构与成果的脉络渊源。

分析结果显示，过去近 20 年中，国际上对核能公众接受领域的研究主题较为多样化，且在不同时期有着明显的变迁（图 2）。具体而言：① 研究方向。国际学界对核能公众接受性的研究兴趣集中于核能技术和民众心理两个方面，以探究公众与技术之间的社会沟通为主旨。早期主要关注全球变暖（global warming）、公众沟通（environmental communication）和公众对核能的心理认知（opinion、attitude），2011年以后产生出灾难（disaster）、技术接受性（electricity technologies and portfolios）、政策决策接受（acceptance of policy division）、核电厂（nuclear power plant）、情感与技术态度（imaginary-specific affect）等多样化的研究热点。② 研究方法。大部分论文侧重于运用实证研究方法讨论核能政策对公众的现实影响。2010 年前以运用叙事方法（narrative

method）、焦点小组（focus group）等方法的定性研究和探究环境心理学变量间相关关系（covariance structure analysis）的定量分析为主。2012年左右，跨国比较研究（cross-national comparison）成为新兴的趋势。从各聚类的平均年份看来，上述聚类出现于2005—2012年，表明核能公众接受问题在近10年受到了学界越来越多的关注。

2.3 学术前沿可视化分析

为了探究本领域的前沿进展，我们使用突现词探测算法，通过对关键词共现网络进行突变检验来确定研究前沿的热点词汇。选择按照突现词出现时间排序，得到核能接受性研究的12个热点突现词的知识图谱。由图3可见，2000年以来，核能的公众接受性研究日益从风险感知（risk perception）、信任（trust）、知识（knowledge）、态度（attitude）等微观主题向政策（policy）、可再生能源（renewable energy）、纳米技术（nanotechnology）、核废物（waste）等宏观主题转移。受到日本福岛核事故的影响，2014年以来，日本福岛核事故（Japan、Fukushima）与灾难（disaster）等主题成为本领域最热点的研究话题。突现词的变迁反映出核能接受性领域的学术研究与政府政策、科技发展以及灾难等热点问题与管理需求的紧密联系，体现了前沿研究更具现实响应性与适应性的发展趋势。

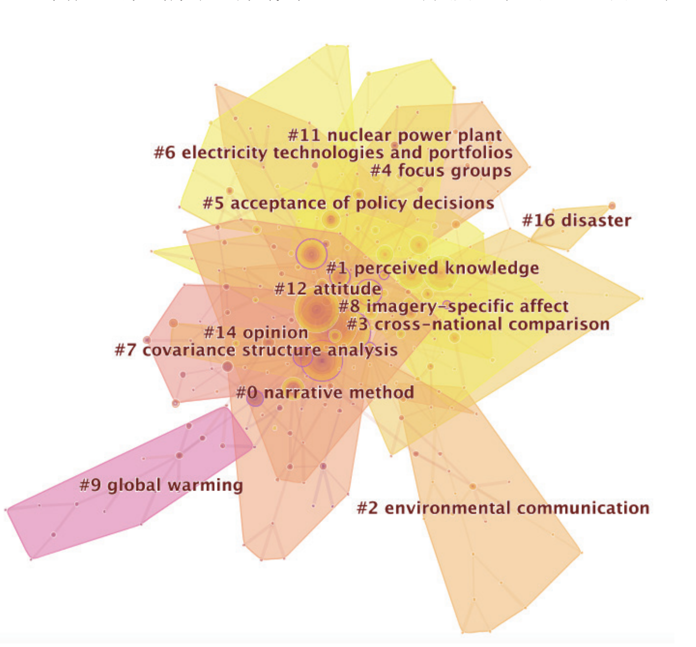


图2　国际核能公众接受研究的共被引网络的聚类分析

3 核能公众接受性研究的框架

上述文献计量分析揭示了核能公众接受性领域的基本研究特征，构建了整体性的研究图景和前沿热点指南。为了深入揭示该领域的研究方法和理论体系，本节在深入阅读文献的过程中，采用“滚雪球”的方法纳入重要文献，最终对65篇高引用量的经典文献展开内容分析，提出了一个综合性的理论框架（图4），从宏观制度与环境因素、微观公众个体因素以及核安全事故3个维度梳理和总结了公众核能接受性研究的成果。

关键词	关键词对应的中文	强度	开始年	结束年	2000—2018年
risk perception	风险感知	5.8242	2002	2007	
trust	信任	5.4127	2002	2005	
knowledge	知识	3.1760	2002	2004	
attitude	态度	3.6270	2003	2004	
policy	政策	3.4453	2007	2012	
waste	废物	4.1159	2009	2012	
belief	信念	3.8862	2011	2013	
Fukushima	福岛	4.6002	2014	2018	
renewable energy	可再生能源	4.4176	2014	2018	
nanotechnology	纳米技术	3.2046	2014	2015	
disaster	灾难	5.0078	2015	2018	
Japan	日本	3.6188	2015	2018	

图3　核能接受性领域（2000—2018年）突现词

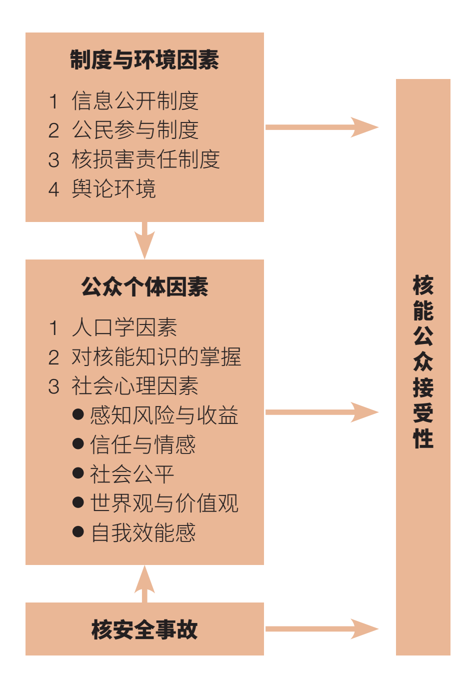


图 4 核能公众接受性研究的理论框架

3.1 制度与舆论环境因素

当前从制度环境视角出发的研究主要关注信息公开制度和公民参与制度，在案例研究的基础上，提供追求价值导向的政策分析。

3.1.1 信息公开制度

早期研究认为，如果政府对媒体严加控制，令其只宣传核能的益处、不报道潜在的风险，公众就会不知不觉地接受核能的应用[12]。近年研究却表明，政府对信息的严格管制并非在任何时候都能起到令公众接纳核能的效果。一项跨国研究发现，在日本福岛核事故以前，在政府对媒体管制程度较高的国家，公众对核能的接受度相对较高。然而福岛核事故却扭转了这一局面：政府对媒体管制严格的国家公众对核能的接受程度反而更低[13]。这表明，单方面靠政府对媒体的管制，阻碍公众了解全面、真实、充足的信息，无法从根本上提高公众对核能的接受度。

一些学者积极反思福岛核事故的原因与经验教训，提出“后福岛时代”核能发展必须建立在信息公开的基础上。贺桂珍等[14]将中国核能项目的决策主体描绘为一个由政府机构、国有企业和研究机构构成的“铁三角”，公众、媒体和非政府组织被排除在这一闭环之外，难以了解有关的信息并参与核能项目决策。面对公众对政府信任感的不断滑落，政府必须在今后的核能发展中重视公众参与和信息公开。Guo[15]，Wang 和 Chen[16]认为日本核安全监管中公众监督的缺失是造成福岛核事故的重要原因，并通过反思中国核能安全政策和监管的现状，指出提升政府透明和公众参与是防止核事故发生、争取中国民众对核能项目支持的关键。

3.1.2 公民参与制度

核能政策决策过程中的公民参与制度充分体现了“包容性风险治理”（inclusive risk governance）的理念。将公众纳入风险评估和风险决策过程将带来知识和价值双方面的益处，公众参与不但有助于改善技术分析的质量，民主价值的注入也使得风险政策决策更具有合法性[17]。Wu[18]对中国核能政策制定过程中的“铁三角”模式进行反思，提出为了保证核能的健康和可持续发展，应当打破“铁三角”格局，构建一个以科学家和非营利性研究机构为主的透明、开放的第三方评估体系。彭峰和翟晨阳[19]以彭泽核能项目争议事件为背景，指出合理的公众参与制度有助于风险控制，减少民众对核电项目的抗议。郭跃等[20]指出核能技术的特点、现有的制度环境以及个人特点是导致中国科学家与公众核能接受性存在差异的原因，而这种差异阻碍了核能技术推广。因此，我国政府应通过信息公开、公众参与核能政策制定等制度安排弥补科学家与公众核能接受度的鸿沟。公众沟通作为公民参与的一个方面，在公众对核电厂的接受中尤为重要。研究者特别指出，发放问卷、科普宣传、组织居民到核电站内部参观等浅尝辄止的沟通方式不足以解决中国核能发展中的社会争议，只有在核能的规划与决策中真正尊重公民权利与公众意见才有助于消除公众疑虑[18]。

上述研究成果提醒决策者，不应该简单地将公众咨询或公众参与作为争取民众对核电站支持的辅助性手段，而应真正将公众的意愿纳入最终的决策考量之中。在引入公众参与政策决策时，必须认真考虑公众情感与理性化思维之间的矛盾，尽可能以开放和灵活的方式展开[21]。

3.1.3 核损害责任制度

核损害的问责制度与法律体系是影响核能公众接受的重要方面，但以此为切入点的研究尚不多见。蔡先凤[22]具体分析了中国当前核损害责任制度的缺陷，并呼吁在促进核电事业的健康发展的同时应保护公民权利，以促进我国核电事业与国际合作的发展。

3.1.4 舆论环境

舆论环境是影响民众核能接受性的重要环境因素。当前学者们多使用量化文本分析方法，从媒体话语建构的视角对西方国家的媒体话语进行探究。研究表明，政治因素塑造着媒体的话语，深深影响着媒体对于核能的新闻报道。在西班牙媒体的新闻报道中，核能利益集团的观点独占鳌头，而科学家、生态学家及公民意见未得能到媒体的重视[23]。在福岛核事故后，日本政府和能源公司主导着日本媒体灾后报道的信息来源，而民众很难通过媒体获取所关心的信息，表达自身的诉求[24]。Wang 等[25]对中国官方媒体新闻报道的研究显示，当前中国媒体新闻报道主要反映了支持核能发展的观点，新闻报道与政府倡导核能发展的政策导向高度一致。上述研究表明，当前新闻媒体已经成为政府和利益集团推广核能政策的重要渠道。但有学者指出，在缺乏开放的舆论环境和多样化信息来源的情况下，媒体宣传难以有效提高公众对核能的接受性。

3.2 公众个体因素

现有核能风险评估与核能接受性研究主要聚焦于公众个体因素，主要包括人口学因素、对核能知识的掌握和社会心理因素 3 个方面。

3.2.1 人口学因素

影响公众核能接受性的人口学因素有性别、年龄、受教育水平、收入水平、距核电站的距离等。总体来看，人口学因素在不同的国家和具体情境下呈现出差异化的特征。针对西方民众的研究大多发现受教育程度较高、收入较高的白人男性对核能的接受性相对较高[26]。对中国居民的调查研究则发现，高学历、高收入的中国民众中反对发展核能的比例反而更高[27]。这种差异可能是由于西方白人男性持有个人主义的文化认同[28]，从而低估核电风险；而文化水平和经济地位高的中国民众更加关注自身的生活环境和生命健康，从而高估核电风险。

核电站是典型的邻避（NIMBY）设施，因此公众对核电站的态度随空间变化而变化。一些实证研究发现，与远离核能设施的民众相比，居住地离核电站较近的民众对核能的态度更为消极[29-31]。学者们形象化地将这类现象命名为“邻避综合征”。但是，另外一些学者的结论恰恰相反——与远离核能设施的民众相比，居住在设施附近的民众对核能的接受性反而更高[28,32,33]。Warren 等[34]将这种“距离越近越容易接纳”的现象定义为“反向邻避综合征”。其背后的原因主要包含两方面：① 居住在核电站附近地区的居民能够直观看到核电站所带来的经济和社会利益，而居住在远处的人则更加关注核能的潜在安全风险和不良后果[35]；② 由于核电站周边居民对核电站更为熟悉，因而对核能的接受程度更高[26,36]。

地理距离对核电公众接受性的影响受到多种外部因素与个体因素的调节作用。有研究发现，地方居民对居住地附近新建核电站的接受性更多地受到放射性废物管理的影响，而对于国家核能发电的接受性更多受到感知风险影响[37]。此外，地理距离的作用也可能受到核事故冲击的调节。有学者对日本福岛、东京和大阪的居民进行调查，发现福岛核事故后从居住地撤离的民众对核能风险的感知显著更高[38]。有学者进一

步指出，公众对核能的态度同时受到与核电站的地理距离和与社会经济因素相关的“社会距离”的影响：核电站周边的民众与核电站共生，核电站成为人们生活中自然的一部分，人们的不安全感和忧虑感极大降低；同时，人们对核电站的支持还来自从事与核电有关的职业、社会网络拓展、技术教育等[39]。但也有研究表明，核电站周围的人们对核电站怀有一种复杂的心理感受，夹杂着对气候变化和能源安全的担心[40]，以及有限选择下的无能为力[41]，对于核电站只得“不情愿地接受”[35]。

3.2.2 对核能知识的掌握

学者多将核能知识分为主观感知知识（人们认为自己对核能的了解程度）[42]和客观知识（人们实际对核能的了解程度）[43]。前者通常要求人们报告自己对核能知识的了解程度，后者则通过知识测试的得分来衡量。也有学者采用实验研究的方法，将知识作为实验刺激呈现给被测试者[10,44]。

“信息缺陷模型”是科技风险领域的经典理论假说，它指出由于普通民众缺乏相关知识，无法正确评估科学技术的风险和收益，所以才对新技术持怀疑态度[45]。该模型的政策意义在于政府可以通过科普和媒体宣传来提高公众对新型科技项目的支持。诚然，普通民众对核能的风险、功能、成本与收益、运作等有关知识的掌握普遍较为匮乏[46]，但是掌握更多的核能知识就能够提高人们对核能项目的支持吗？事实上，这一理论模型已经得到了许多实证研究的支持，不同国家学者均发现公众掌握的核能知识越多，对核能项目的支持度就越高[43,44]。

有学者进一步指出科学知识的作用受到社会价值观、个人经验、意识形态等其他背景因素的调节[36,47]。实证研究发现，普通大众掌握的核能知识越多，对核能的支持度就越高，而环保组织成员和工程协会成员的知识与核能接受水平并无关联[48]。专家和普通民众差异的原因主要在于决策模式不同：科学家对核能政策所持的立场受到自身的政治意识形态和社会价值观的影响，对风险收益的评估相对固定[49]；而普通民众主要依赖自己对核能技术的认识，并参照外界信息来做判断[50]。此外，由于普通民众在现实风险决策中面对的具体问题很难通过科学知识得到解释，所以技术专家和权威机构官方的科普在他们看来并不可信[51]。总之，核能知识影响着人们对核能的认知与决策，但这种影响并非整齐划一，而是多变和复杂的。

3.2.3 社会心理因素

社会心理层面的因素包括公众对核能项目收益和风险的感知、信任、情感、社会公平、价值观、世界观、自我效能等诸多方面。这些因素往往相互关联，共同对公众接受性产生影响。

（1）感知风险与收益。Slovic[52]将风险感知分为“恐惧风险”和“未知风险”两个心理维度。对普通民众而言，核辐射和核事故的风险难以直接观测，其危害有着滞后性和很高的未知性，因而接受起来比较困难。Sjöberg[53]的一项实验研究表明，在列出的15种技术产品中，人们对核能的接受性相对较低，这主要是人们难以预测核能的未知风险所导致的。由于核能所带来的经济和环境收益众所周知，核能的风险却很难为普通民众所理解，因此人们对核能收益的认识有助于减少他们对核能风险的判断[54]。感知收益对公众核能接受的影响程度通常高于感知风险[55]。新近的研究进一步表明，感知收益和感知风险对核能接受性影响的相对重要性取决于人们对核电的接受处于何种水平。当一个人有着中等水平的核能接受性时，感知风险的影响更为主要；而当核能接受度处于较高水平时，感知收益起主导作用[37]。

（2）信任与情感。当人们缺乏核能相关知识时，更倾向于依靠信任和情绪认同等社会心理因素来评估风险和收益[56]。信任能够减少人们所面对的复杂性，简化理性思维过程。在核能领域，民众信任的对象主

要包括政府[31]、核能企业、科学家[56]、媒体[57]，以及非政府组织（NGO）等。当人们缺乏对有关科技背景的了解时，就依赖于对核能相关主体的信任做出风险和收益的判断[58]。众多实证研究表明，信任与感知收益呈正相关，而与感知风险呈负相关[54,55,59]。Murakami等[38]的研究还发现，对政府的信任度高的民众能够更加客观地认识核辐射，更加信任风险沟通中所接受到的信息，对于核辐射的未知感和恐惧感也更低。一些学者认为，情感是核能公众接受性更为重要的解释因素。根据情感启发（affect heuristic）理论，人们在评估风险时主要依靠自己的直觉，通过使用“情感启发”来提高判断的效率[60]。人们对核能收益与风险的认知受到“情感启发”的作用，如果人们对核能有着较为积极的情绪反应，则更能感知到核能的收益，更少关注核能的风险，从而更愿意接纳核电站[55,61]。事实上，情感和分析推理、情感和认知是人们在理解风险和做出风险决策时常见的策略组合[62,63]。后续研究进而发展出双通道的“情感-认知模型”，用以说明情感和认知在解释人们对核能的支持度中相互影响、共同发挥作用的机制[64]。

（3）社会公平。社会公平包括程序公平、结果公平、人际公平、信息公平等多种形式[65]。程序公平是指个人或组织在决策过程中参与或享有发言权的程度；结果公平又称分配公平，指风险和收益在受影响的公众间平均分配的程度；人际公平表示决策过程中人际互动的平等程度；信息公平表示政府对信息的披露程度[66]。学者们研究发现，程序公平、结果公平和人际公平都有助于提高人们对核能的接受性，其中结果公平的影响最重要[65,67]。此外，社会公平对核能决策接受的影响受到愤怒情绪的调节[68]。如果一个人越愤怒，程序公平和结果公平对接受度的影响越大，人际公平所产生的影响越小。

（4）世界观与价值观。世界观和价值观均会不同程度地影响公众对核能的风险感知与接受性[69]。调查研究显示，具有传统价值观的个人更加支持核能发展，而那些具有利他价值观的个体则更为反对核能发展[70]。此外，更为关注气候变化和能源安全问题、拥有较高亲环境价值观的群体更倾向于持反核能观点[40]。有着环保主义价值观的民众对核能管理机构的信任度较低，从而导致他们难以接受核能[71]。文化世界观同样影响人们对核能的接受程度。例如，遵从等级制、有着个人主义倾向的民众对核能的接受性通常高于怀有平等主义和社群主义理念的民众[72]。

（5）自我效能感。公众的自我效能感的高低同时影响其对核能的态度与应对行为。那些认为自己能够参与核能政策决策，并发挥重要作用的民众更倾向于反对核能[73]，并更容易采用公民投票、转向绿色能源等方式应对核能带来的威胁[74]。

3.3 核安全事故

核安全事故历来受到相关领域学者的关注，尤其是福岛核事故后，涌现出一系列意在揭示核安全事故对于核能公众接受性影响的研究成果。最新的研究多在核事故发生前后实施多次社会调查，以评估核事故前后核能公众接受性及其影响因素的变化情况。

核安全事故的发生不仅直接导致公众对核能的接受性降低，更对公众心理产生一系列影响。核事故发生后，民众对核能的感知风险显著增加，对核能收益的感知、对核能管理机构的信任度、对核能的支持度均显著降低[42,71,75]。事故还削弱了感知收益对公众核风险接受起到的正面作用，强化了感知风险对公众核能接受的负面影响[31,71]。此外，Huang等[76]对核事故的长期影响进行了探究，发现福岛核事故发生3年后，公众对中国核电行业整体的支持度已经恢复到事故前的水平；但是，具有邻避倾向的受访者所占的比例较灾后初期并未发生变化。

核安全事故造成的影响在不同的子群体中呈现差异。有学者发现核事故后人们对核能的接受性主要取决于事故发生前的接受水平。核事故前接受性高的人

受到事故负面冲击的程度小于原本就对核能持质疑观点的人[76]。另外，女性、非公共部门就业者、低收入人群、距离核电站较近者等处于传统弱势区位的人群更容易受到核事故的负面冲击，从而降低对核能的支持[77]。核事故往往会对无核设施地区的公众心理影响更严重一些[13,38]。

4 核能公众接受性研究与政策实践反思

在过去30年中，国内外学者的研究成果帮助我们初步构建了核能公众接受性的理论框架，为后续研究建立了牢固的理论基础。我国学者只有深入掌握现有的理论框架，在此基础上结合我国现代化进程中科学技术与社会经济、文化、制度以及人民心理相互作用的内在机理进行理论创新，才能更好地融入国际学术界的发展进程。否则，重复一些早已被检验的理论，将造成巨大的资源浪费和研究水平的停滞。

总体而言，核能公众接受性研究目前还存在多方面的不足，这些不足之处往往对应着我国在公共管理与公共政策实践上的一些问题（表1）。

4.1 核能公众接受性研究的不足

4.1.1 跨层理论联通和文化视角应用的不足

（1）当前核能公众接受性研究缺少跨层分析，体现为研究对象层次和影响因素层次两方面。核能项目涉及诸多利益相关者和多个层级的影响要素，跨层现象比比皆是。遗憾的是，研究对象方面，当前研究未能多方考量政府、核能企业、社区、个人和社会组织多样化的概念体系、经验视角和应对策略。就影响因素层次而言，当前研究主要是从政府制度供给或民众心理的单向视角出发，缺乏供需两侧理论的整合。例如，缺乏科学理性、证据充分的实证研究来分析制度变量对个人支持

表1　核能公众接受性研究的知识与实践

		研究结论	现有研究不足	实践问题
制度环境因素	信息公开制度	促使公众接纳核能，有助于核能安全运营	缺乏探究信息公开效果的定量实证研究，政策效果不明；未涉及信息公开发生作用的中介机制及信息接收方的特征	单向沟通；事后公开
	公众参与制度	有助于提升公众支持	缺乏对公众参与制度政策效果的评估研究	只在政策过程的末期开放；缺乏对民众的回应性
	核损害责任制度	现行核损害责任制度存在重大缺陷，不利于我国核电稳定发展	需要更多从立法和法律视角出发，关注公民权利的学术研究	我国尚未建立完整的核能法律体系与核损害责任制度
	媒体环境	受到政治因素影响，体现政府政策导向	主要集中于西方国家，关于中国等发展中国家研究很少；缺乏舆论环境对公众意见影响的实证研究	在公众对核能的政策审议中并未起到实质性的作用；政府对媒体报道的过度管制易引发民众质疑
公众个体因素	人口学因素	对于公众核能接受性的影响在不同的国家和具体情境下呈现出差异化的特征	需深入理解其背后的社会文化因素；需进一步探究人口学特征与社会心理、制度环境等因素的相互作用	有关政策未能考虑到不同特征民众的具体特点
	核能知识	对于公众核能接受性的影响受到社会价值观、个人经验、意识形态等因素的调节	缺乏统一的测量标准	未能考虑科学知识作用的局限性和民众非理性的一面
	社会心理因素	直接影响公众核能接受性；各因素之间相互关联，共同对公众核能接受产生影响	缺乏对社会心理因素的形成机制的研究；需进一步探究社会心理特征与人口特征、制度环境等因素的中介、调节作用	政策制定缺乏对民众心理的把握与考量
核安全事故		导致公众对核能的接受性降低；影响受到距离事故发生地远近的调节	缺乏核事故长期影响的探究；未能揭示核事故导致公众接受降低的机制	核事故应急管理缺乏对民众的关注，缺乏对公众的教育与引导

度的影响效果，以及风险感知和收益、信任、知识、情感等公众个体因素与制度环境因素之间的中介、调节机制。单一化的研究视角不利于理解核能政策过程中各个社会主体复杂多样的核心关切，也不利于制定供需平衡的核能风险沟通策略与发展战略。

（2）已有核能公众接受性研究鲜见融合个体因素和社会文化特征的系统性研究。作为文化理论范式的先驱者，道格拉斯（Douglas）和维达斯基（Wildavsky）从社会学角度研究风险，认为风险接受同社会群体的文化密切相关，一种社会下认识的风险在另外一种社会下可能就不同。社会文化视角为风险理论的拓展作出了重要贡献，但基于文化范式的解释逻辑在核能公众接受性领域应用还有待发展。特别是在处于社会转型期的当代中国，学者更应针对中国社会文化情景开展相关核能公众接受性研究，为中国核能风险治理和核能政策制定提供新的思路。

以上研究局限性产生的根本原因在于理论层面。一方面，研究者将制度因素和个人因素的影响过于区别看待，将政府制度安排与政治决策、公共政策过程视作黑箱。另一方面，研究者多是从环境科学或认知心理学的学科视角与理论背景出发来构建理论框架，缺乏与公共管理、政治学、社会学等学科一般性理论的跨学科对话和融会贯通。

4.1.2 研究方法与数据的缺陷

（1）研究方法。当前时序分析和因果推断工具在核能接受性研究中的应用十分有限，更为常用的是对单次调查问卷的统计分析和基于个案的定性分析。这些传统的分析方法由于大多只是就某个时间点公众的主观态度进行估计，很难对因果关系及背后的作用机制进行深入探究。此外，由于变量测量和抽样方法缺乏一致性，不同学者对变量间的关系不能达成一致意见，阻碍了研究方法的规范化和理论成果的积累。

（2）数据质量。现今还从未有全国性的随机抽样调查来研究中国核能的公众接受性。现有对核能公众接受性的社会调查大多数都是针对特定群体、个别地区的问卷，尚未有以区县、社区作为基本抽样单位、全国范围内的代表性调查，而以个人为最终抽样单位的小范围调查中也极少有信息公开、民主参与等方面的调查内容。如此一来，至少给现有研究带来 2 个方面的困难：① 无法准确衡量制度环境与个体因素在同一情境下对公众核能接受性的独立影响；② 无法深入探讨宏观因素对于个人层次特征所发挥效应的调节和影响。此外，核能发展的跨国分析也常常囿于高质量的数据获取以及科学的跨国比较方法的限制。

4.2 现有研究反映出的实践问题

现有研究反映出当前各国政策实践过程中的种种问题。概括而言：① 各级政府依然以风险管理作为推广核能设施的主导思路，而非借助公共政策与社会进行平等互动的过程，因而在政策制定方面缺乏科学性与程序上的正当性，制度安排上依然存在形式化的特点，缺乏回应性；② 当前核能政策实践中未能充分吸纳民众意见，发挥民众对政策的审议功能，这不利于赢取民众对核能政策决策和管理机构的信任和支持；③ 政策制定者缺乏对民众心理的准确把握，不善于在灾后应急管理、舆论引导等方面考虑民众多元化的心理和利益诉求。学者应进一步通过大量深入、高水平的实证研究克服理论研究的不足，以更好地指导核能政策实践。

5 公民核能接受性研究的未来展望

5.1 将宏微观因素跨层互动与文化视角纳入分析

（1）需要充分意识到，宏观因素和个体因素相互交织、难以独立存在。后续研究应多关注核能发展中多方利益相关主体的互动过程，以及影响核能公众接受性的宏观和微观因素间的相互作用。有学者近来做出了整合跨层有益尝试，通过对“欧洲晴雨表”的民意调查数据进行多层次建模，探究将个体感知变量和国家制度、文化等情境变量如何共同影响欧洲国家民

众对核能的接受度[77]。

（2）未来可以借鉴西方文化风险研究范式，并结合中国社会的特点，来认识中国核能公众接受性问题。近期，Xia 等[78]创新性地在经典微观理论模型中纳入集体主义和个人主义文化变量，并实证检验了文化因素的调节作用以及感知风险/收益对政府信任的中介作用，为理解中国与发达国家能源政策的差异以及我国未来政策制定提供了新的启发。

总之，核能公众接受性研究中不应将个体和宏观层面的要素局限于静态、孤立的分析，应将不同层级的影响要素及其互动纳入分析，把个体层面的影响因素纳入制度和社会文化情境等宏观现象中去理解。只有如此，才能够建立个体核能接受态度与相关决策的机制性解释，减少理论的碎片化，从而提升现有理论在以非线性、嵌入性和复杂性为特征的风险社会下对公众核能接受性的解释力。

5.2 加强跨学科领域的理论对话

未来核能的公众接受性研究可以从更多样化的理论视角出发，促进跨学科理论对话。以往核能公众性的研究多见于 *Energy Policy*、*Risk Analysis* 等环境科学或风险管理领域期刊，仅有个别研究发表于 *The American Political Science Review* 等人文社会科学的顶级学科期刊上[79]。近几年来，有部分研究者从政治学等社会科学的经典理论中获取灵感，突破了核能公众接受性研究的既有理论框架。有欧洲学者巧妙地将核能公众接受理论与政党政治的经典理论结合起来，发现在传统心理学变量之外，政党的情感动员对民众的核能支持度发挥显著的影响，并且政党机制的作用受到民众自身政治立场和知识水平等特征的调节[80]。跨学科的理论对话有助于清晰地把握核能公众接受性的内在形成机理，拓展现有的理论解释。

5.3 引入更为有效的研究方法并提高数据质量

（1）未来核能公众接受性的研究应适时引入行为主义研究方法。行为主义研究借鉴心理学等相关领域理论和方法，它对真实政策环境的模拟有助于检验理论的外部效度，更能够证实、丰富和改进传统理论[81]。同时，行为主义研究将理论与核能管理与政策实践结合起来，对政策制定者具有重要的指导意义。有学者通过一项离散选择实验，检验探究了韩国民众对不同类型能源的接受度和偏好的多维影响因素。该方法克服了常见回归分析中的多重共线性问题，并通过同时测量多个维度自变量的相对影响，同时检验多个理论假设[82]。可见，未来基于实验法而开展的新型研究，将为核能公众接受性研究注入新的动力。

（2）从不同的数据源收集自变量和因变量。近来有学者发现，通过调查方式收集的主观感知类数据很容易引起同源偏差（common source bias）的问题[83]，进而导致错误估计各类主观感知因素与公众对某项公共政策的态度之间的关系。因此，在研究公众接受性问题时应该尽量从不同的数据源收集自变量和因变量，如采用同时期各类研究机构发布的指标、媒体报道等作为独立的数据来源。如此一来，在减少测量误差的同时，也将有效地解决前述数据的局限。

（3）大数据也为探究公众核能接受性的研究提供了新的契机。大数据在核能公众接受性研究中的应用有助于克服数据获取及变量测量障碍，更有助于从宏观层面了解民意的动态。Roh[84]通过对韩国社交网络中获取的大数据进行分析，发现2009年韩国成功向阿联酋出口核反应堆时，韩国公众对核能持较为积极乐观的态度。然而，随着2011年福岛核事故和2012年供应商丑闻的出现，这一态度随即转向负面。这说明大数据分析对于揭示、总结宏观层面的舆论趋势具有独特的优势。学者还可以借助大数据将宏观层面数据与个体层面的数据巧妙地对接起来，克服跨层研究的困难。

参考文献

1 International Atomic Energy Agency. Energy, electricity and nuclear power estimates for the period up to 2050. Vienna: IAEA, 2017.

2 Starr C. Social benefit versus technological risk. Science, 1969, 165(3899): 1232-1238.

3 时振刚, 张作义, 薛澜, 等. 核电的公众接受性研究. 中国软科学, 2000, (8): 71-75.

4 韩自强, 顾林生. 核能的公众接受性与影响因素分析. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(6): 107-113.

5 陈润羊. 核电公众接受性研究展望. 华北电力大学学报（社会科学版）, 2015, (3): 27-32.

6 王刚, 张霞飞. 风险的社会放大分析框架下沿海核电"去污名化"研究. 中国行政管理, 2017, (3): 119-125.

7 闫坤如. 核电风险的社会可接受性及其决策伦理探析. 伦理学研究, 2017, (2): 74-78.

8 郭跃, 汝鹏, 苏竣. 科学家与公众对核能技术接受度的比较分析——以日本福岛核泄露事故为例. 科学学与科学技术管理, 2012, 33(2): 153-158.

9 曾繁旭, 戴佳, 王宇琦. 风险行业的公众沟通与信任建设: 以中广核为例. 中国地质大学学报（社会科学版）, 2015, 15(1): 68-77.

10 邓理峰, 郑馨怡, 周志成. 客观知识与主观知识: 青年学生的核电知识水平及对核电态度的影响. 科学与社会, 2016, 6(2): 85-109.

11 陈悦, 陈超美, 胡志刚. 引文空间分析原理与应用. 北京: 科学出版社, 2014.

12 Ohnishi T. A mathematical model of the activities for public acceptance and the resultant reaction of the public: An application to the nuclear problem. Mathematical & Computer Modelling, 1995, 21(5): 1-31.

13 Kim Y, Kim, M, Kim W. Effect of the Fukushima nuclear disaster on global public acceptance of nuclear energy. Energy Policy, 2013, 61: 822-828.

14 He G, Mol A P, Zhang L, et al. Public participation and trust in nuclear power development in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013, 23: 1-11.

15 Kuo W. Critical Reflections on Nuclear and Renewable Energy: Environmental Protection and Safety in the Wake of the Fukushima Nuclear Accident. Hoboken: John Wiley & Sons, 2014.

16 Wang Q, Chen X. Regulatory transparency—How china can learn from Japan's nuclear regulatory failures?. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012, 16(6): 3574-3578.

17 Renn O, Schweizer P J. Inclusive risk governance: Concepts and application to environmental policy making . Environmental Policy and Governance, 2009, 19(3): 174-185.

18 Wu Y. Public acceptance of constructing coastal/inland nuclear power plants in post-Fukushima China. Energy Policy, 2017, 101: 484-491.

19 彭峰, 翟晨阳. 核能复兴、风险控制与公众参与——彭泽核能项目争议之政策与法律思考. 上海大学学报（社会科学版）, 2014, 31(4): 99-106.

20 郭跃, 汝鹏, 苏竣. 科学家与公众对核能技术接受度的比较分析——以日本福岛核泄露事故为例. 科学学与科学技术管理, 2012, 33(2): 153-158.

21 Slovic P. The Psychology of Risk. Saude e Sociedade, 2010, 19(4): 731-747.

22 蔡先凤. 中国核损害责任制度的建构. 中国软科学, 2006, (9): 38-49.

23 Mercado-Sáez M T, Marco-Crespo E, Álvarez-Villa À. Exploring news frames, sources and editorial kines on newspaper coverage of nuclear energy in Spain. Environmental Communication. 2018, 28: 1-4.

24 Imtihani N, Mariko Y. Media coverage of Fukushima nuclear power station accident 2011 (A case study of NHK and BBC World TV stations. Procedia Environmental Sciences, 2013, 17: 938-946.

25 Wang Y, Li N, Li J. Media coverage and government policy of nuclear power in the People's Republic of China. Progress in Nuclear Energy, 2014, 77: 214-223.

26 Greenberg, M. Energy sources, public policy, and public preferences: analysis of US national and site-specific data. Energy Policy, 2009, 37(8): 3242-3249.

27 杨广泽, 余宁乐, 韩重森, 等. 田湾核电站周围居民对核辐射危险认知调查分析. 中国辐射卫生, 2006, (1): 69-72.

28 Greenberg M R. NIMBY, CLAMP, and the location of new nuclear-related facilities: U.S. National and 11 Site-Specific Surveys. Risk Analysis, 2009, 29(9): 1242-1254.

29 Guo Y, Ren T. When it is unfamiliar to me: Local acceptance of planned nuclear power plants in China in the post-Fukushima era. Energy Policy, 2017, 100: 113-125.

30 Van der Horst D. NIMBY or not? Exploring the relevance of location and the politics of voiced opinions in renewable energy siting controversies. Energy Policy, 2007, 35(5): 2705-2714.

31 Huang L, Zhou Y, Han Y, et al. Effect of the Fukushima nuclear accident on the risk perception of residents near a nuclear power plant in China. PNAS, 2013, 110(49): 19742-19747.

32 Greenberg M R. How much do people who Live near major nuclear facilities worry about those facilities? Analysis of national and site-specific data. Journal of Environmental Planning and Management, 2009, 52(7): 919-937.

33 Jenkins-Smith H C, Silva C L, Nowlin M C, et al. Reversing nuclear opposition: Evolving public acceptance of a permanent nuclear waste disposal facility. Risk Analysis, 2011, 31(4): 629-644.

34 Warren C R, Lumsden C, O'Dowd S, et al. 'Green on green': public perceptions of wind power in Scotland and Ireland. Journal of Environmental Planning and Management, 2005, 48(6): 853-875.

35 Venables D, Pidgeon N F, Parkhill K A, et al. Living with nuclear power: sense of place, proximity, and risk perceptions in local host communities. Journal of Environmental Psychology, 2005, 32(4): 371-383.

36 Silva C L, Jenkins - Smith H C, Barke R P. Reconciling scientists' beliefs about radiation risks and social norms: explaining preferred radiation protection standards. Risk Analysis, 2007, 27(3): 755-773.

37 Roh S, Lee J W. Differentiated influences of risk perceptions on nuclear power acceptance according to acceptance targets: Evidence from Korea. Nuclear Engineering and Technology, 2017, 49(5): 1090-1094.

38 Murakami M, Nakatani J, Oki T. Evaluation of risk perception and risk-comparison information regarding dietary radionuclides after the 2011 Fukushima nuclear power plant accident. PLoS ONE, 2016, 11(11): 1-22.

39 Frantál B, Malý J, Ouředníček M, et al. Distance matters. assessing socioeconomic impacts of the Dukovany nuclear power plant in the Czech Republic: Local perceptions and statistical evidence. Moravian Geographical Reports, 2016, 24(1): 2-13.

40 Corner A, Venables D, Spence A, et al. Nuclear power, climate change and energy security: exploring British public attitudes. Energy Policy, 2011, 39(9): 4823-4833.

41 Parkhill K A, Henwood K L, Pidgeon N F, et al. Laughing it off? humour, affect and emotion work in communities living with nuclear risk. British Journal of Sociology, 2011, 62(2): 324-346.

42 Katsuya T. Public response to the Tokai nuclear accident. Risk Analysis, 2001, 21(6): 1039-1046.

43 Stoutenborough J W, Sturgess S G, Vedlitz A. Knowledge, risk, and policy support: public perceptions of nuclear power. Energy Policy, 2013, 62: 176-184.

44 Sun C, Zhu X. Evaluating the public perceptions of nuclear power in China: evidence from a contingent valuation survey.

Energy Policy, 2014, 69: 397-405.
45 Irwin A. Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development. London & New York: Routledge, 1995.
46 Kuklinski J H, Metlay D S, Kay W D. Citizen knowledge and choices on the complex issue of nuclear energy. American Journal of Political Science, 1982, 26(4): 615-642.
47 Sturgis P, Allum N. Science in society: Re-evaluating the deficit model of public attitudes. Public Understanding of Science, 2004, 13(1): 55-74.
48 Maharik M, Fischhoff B. Risk knowledge and risk attitudes regarding nuclear energy sources in space. Risk Analysis, 1993, 13(3): 345-353.
49 Silva C L, Jenkins-Smith, H C, et al. Reconciling scientists' beliefs about radiation risks and social norms: Explaining preferred radiation protection standards. Risk Analysis, 2007, 27(3): 755-773.
50 Kuklinski J H, Metlay D S, Kay W D. Citizen knowledge and choices on the complex issue of nuclear energy. American Journal of Political Science, 1982, 26(4): 615-642.
51 Sjöberg L. Limits of knowledge and the limited importance of trust. Risk Analysis, 2001, 21(1): 189-198.
52 Slovic P. Perception of risk. Science, 1987, 236(4799): 280-285.
53 Sjöberg L. Attitudes toward technology and risk: Going beyond what is immediately given. Policy Sciences, 2002, 35(4): 379-400.
54 Visschers V H, Siegrist M. How a nuclear power plant accident influences acceptance of nuclear power: results of a longitudinal study before and after the Fukushima disaster. Risk Analysis, 2013, 33(2): 333-347.
55 Visschers V H, Keller C, Siegrist M. Climate change benefits and energy supply benefits as determinants of acceptance of nuclear power stations: Investigating an explanatory model. Energy Policy, 2011, 39(6): 3621-3629.
56 Siegrist M, Cvetkovich G. Perception of hazards: the role of social trust and knowledge. Risk Analysis, 2000, 20(5): 713-719.
57 He G, Mol A P, Zhang L, et al. Public participation and trust in nuclear power development in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013, 23: 1-11.
58 Siegrist M. A causal model explaining the perception and acceptance of gene technology. Journal of Applied Social Psychology, 1999, 29(10), 2093-2106.
59 Wang Y, Li J. A causal model explaining Chinese university students' acceptance of nuclear power. Progress in Nuclear Energy, 2016, 88: 165-174.
60 Alhakami A S, Slovic P. A psychological study of the inverse relationship between perceived risk and perceived benefit. Risk analysis, 1994, 14(6): 1085-1096.
61 Finucane M L, Alhakami A, Slovic P, et al. The affect heuristic in judgments of risks and benefits. Journal of Behavioral Decision Making, 2000, 13(1): 1-17.
62 Slovic P, Finucane M L, Peters E, et al. Risk as analysis and risk as feelings: Some thoughts about affect, reason, risk, and rationality. Risk analysis, 2004, 24(2): 311-22.
63 Roser C, Thompson M. Fear appeals and the formation of active publics. Journal of Communication, 1995, 45(1): 103-122.
64 Truelove H B. Energy source perceptions and policy support: image associations, emotional evaluations, and cognitive beliefs. Energy Policy, 2012, 45: 478-489.
65 Visschers V H, Siegrist M. Fair play in energy policy decisions: procedural fairness, outcome fairness and acceptance of the decision to rebuild nuclear power plants. Energy Policy, 2012, 46: 292-300.
66 Mccomas, Katherine A, John C B, et al. Risky business: perceived behavior of local scientists and community support

for their research. Risk Analysis, 2008, 28(6): 1539-1552.
67 Besley J C. Public engagement and the impact of fairness perceptions on decision favorability and acceptance. Science Communication, 2010, 32(2): 256-280.
68 Besley J C. Does fairness matter in the context of anger about nuclear energy decision making? Risk Analysis, 2012, 32(1): 25-38.
69 Yim M S, Vaganov P A. Effects of education on nuclear risk perception and attitude: theory. Progress in Nuclear Energy, 2003, 42(2): 221-235.
70 Whitfield S C, Rosa E A, Dan A, et al. The future of nuclear power: value orientations and risk perception. Risk Analysis, 2009, 29(3): 425-437.
71 Tsujikawa N, Tsuchida S, Shiotani T. Changes in the factors influencing public acceptance of nuclear power generation in Japan since the 2011 Fukushima Daiichi nuclear disaster. Risk Analysis, 2016, 36(1): 98-113.
72 Kahan D M, Braman D, Gastil J, et al. Culture and identity-protective cognition: Explaining the white-male effect in risk perception. Journal of Empirical Legal Studies, 2007, 4(3): 465-505.
73 Mah D N, Hills P, Tao J. Risk perception, trust and public engagement in nuclear decision-making in Hong Kong. Energy Policy, 2014, (73): 368-390.
74 Spence A, Pidgeon N. Framing and communicating climate change: the effects of distance and outcome frame manipulations. Global Environmental Change, 2010, 20(4): 656-667.
75 Siegrist M, Visschers V H. Acceptance of nuclear power: the Fukushima effect. Energy Policy, 2013, (59): 112-119.
76 Huang L, He R, Yang Q, et al. The changing risk perception towards nuclear power in China after the Fukushima nuclear accident in Japan. Energy Policy, 2018, 120: 294-301.
77 Wang J, Kim S. Comparative analysis of public attitudes toward nuclear power energy across 27 European countries by applying the multilevel Model. Sustainability, 2018, 10:1-21.
78 Xia D, Li Y, He Y, et al. Exploring the role of cultural individualism and collectivism on public Acceptance of nuclear energy. Energy Policy, 2019, 132: 208-215.
79 Inglehart R. Post-materialism in an environment of insecurity. The American Political Science Review, 1981, 75(4): 880-900.
80 Latré E, Thijssen P, Perko T. The party politics of nuclear energy: Party cues and public opinion regarding nuclear energy in Belgium. Energy Research & Social Science, 2019, 47: 192-201.
81 Grimmelikhuijsen S, Jilke S, Olsen A L, et al. Behavioral public administration: Combining insights from public administration and psychology. Public Administration Review, 2017, 77(1): 45-56.
82 Kim J, Park S Y, Lee J. Do people really want renewable energy ? Who wants renewable energy ?: Discrete choice model of reference-dependent preference in South Korea. Energy Policy, 2018, 120: 1-10.
83 Favero N, Bullock J B. How (not) to solve the problem: an evaluation of scholarly responses to common source bias. Journal of Public Administration Research and Theory, 2015, 25(1): 285-308.
84 Roh S. Big Data analysis of public acceptance of nuclear power in Korea. Nuclear Engineering and Technology, 2017, 49(4): 850-854.

Literature Review on Public Acceptance of Nuclear Energy: Research Outline, Theoretical Framework, and Prospect

DU Juan ZHU Xufeng*

(School of Public Policy & Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract Public acceptance of nuclear energy is a rapidly developing cross-cutting research topic and one of the most representative research topics in the risk perception discipline. The domestic academia is still in its exploratory stage and relatively lags behind the international academic frontier in its theoretical level and research methods. This study takes the journal articles in the authoritative scientific indexes as the object, and employs the methods of theoretical review to conduct comprehensive research. Based on a review of the literature on public acceptance of nuclear energy in China and abroad, this article integrates the determinants of public acceptance of nuclear energy identified by the existing research into a unified analytical framework. The article further points out the gaps and weaknesses in existing research and discusses the directions for future research.

Keywords nuclear energy, public acceptance, review of research method and theory, theoretical framework



杜 娟 清华大学公共管理学院博士候选人，主要研究方向为环境政策与可持续发展、行为公共管理学、政府治理等。E-mail: dj17@mails.tsinghua.edu.cn

DU Juan Ph.D. candidate at the School of Public Policy & Management, Tsinghua University. Her academic interests include environmental policy and sustainable development, behavioral public administration, and public governance. E-mail: dj17@mails.tsinghua.edu.cn



朱旭峰 清华大学公共管理学院副院长、教授、博士生导师，清华大学全球可持续发展研究院执行院长，清华大学科技发展与治理研究中心副主任。研究方向包括政策过程理论、智库和专家参与、科技政策、环境和气候政策、转型与公共治理等。

E-mail: zhuxufeng@tsinghua.edu.cn

ZHU Xufeng Professor and Associate Dean at the School of Public Policy & Management, Executive Director of the Institute for Sustainable Development Goals, and Deputy Director of the Science & Technology Development and Governance Center, Tsinghua University. His research interests include policy process, think tank, and expert involvement, science & technology policy, environment and climate policy, and public governance in transitional China. E-mail: zhuxufeng@tsinghua.edu.cn

■责任编辑：文彦杰

*Corresponding author

参考文献（双语版）

1 International Atomic Energy Agency. Energy, electricity and nuclear power estimates for the period up to 2050. Vienna: IAEA, 2017.

2 Starr C. Social benefit versus technological risk. Science, 1969, 165(3899): 1232-1238.

3 时振刚, 张作义, 薛澜, 等. 核电的公众接受性研究. 中国软科学, 2000, (8): 71-75.

Shi Z G, Zhang Z Y, Xue L, et al. Public acceptance study of nuclear energy. China Soft Science, 2000, (8): 71-75. (in Chinese)

4 韩自强, 顾林生. 核能的公众接受度与影响因素分析. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(6): 107-113.

Han Z Q, Gu L S. Public attitudes to nuclear power: Trends and determinants. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(6): 107-113. (in Chinese)

5 陈润羊. 核电公众接受性研究展望. 华北电力大学学报（社会科学版）, 2015, (3): 27-32.

Chen R Y. Research on public acceptance of the nuclear power. Journal of North China Electric Power University (Social Sciences), 2015, (3): 27-32. (in Chinese)

6 王刚, 张霞飞. 风险的社会放大分析框架下沿海核电“去污名化”研究. 中国行政管理, 2017, (3): 119-125.

Wang G, Zhang X F. Research on the coastal nuclear power plant’s de-stigmatization from the framework of the social amplification of risk. Chinese Public Administration, 2017, (3): 119-125. (in Chinese)

7 闫坤如. 核电风险的社会可接受性及其决策伦理探析. 伦理学研究, 2017, (2): 74-78.

Yan K R. Social acceptability of nuclear power risk and its decision-making ethics. Studies in Ethics, 2017, (2): 74-78. (in Chinese)

8 郭跃, 汝鹏, 苏竣. 科学家与公众对核能技术接受度的比较分析——以日本福岛核泄露事故为例. 科学学与科学技术管理, 2012, 33(2): 153-158.

Guo Y, Ru P, Su J. Comparative analysis on the acceptances of nuclear technology between scientists and the public: Based on the case of Fukushima nuclear leak. Science of Science and Management of S.&T., 2012, 33(2): 153-158. (in Chinese)

9 曾繁旭, 戴佳, 王宇琦. 风险行业的公众沟通与信任建设：以中广核为例. 中国地质大学学报（社会科学版）, 2015, 15(1): 68-77.

Zeng F X, Dai J, Wang Y Q. Public communication and trust building of risk industries: A case study of CGNPC. Journal of China University of Geosciences (Social Sciences Edition), 2015, 15(1): 68-77. (in Chinese)

10 邓理峰, 郑馨怡, 周志成. 客观知识与主观知识：青年学生的核电知识水平及对核电态度的影响. 科学与社会, 2016, 6(2): 85-109.

Deng L F, Zheng X Y, Zhou Z C. Objective and subjective knowledge: Knowledge level of the college students on nuclear energy and its impact toward their attitudes. Science and Society, 2016, 6(2): 85-109. (in Chinese)

11 陈悦, 陈超美, 胡志刚. 引文空间分析原理与应用. 北京: 科学出版社, 2014.

Chen Y, Chen C M, Hu Z G. Principle and application of CiteSpace analysis. Beijing: Science Press, 2014. (in Chinese)

12 Ohnishi T. A mathematical model of the activities for public acceptance and the resultant reaction of the public: An application to the nuclear problem. Mathematical and Computer Modelling, 1995, 21(5)： 1-30.

13 Kim Y, Kim M, Kim W. Effect of the Fukushima nuclear disaster on global public acceptance of nuclear energy. Energy Policy, 2013, 61: 822-828.

14 He G Z, Mol A P J, Zhang L, et al. Public participation and trust in nuclear power development in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013, 23: 1-11.

15 Kuo W. Critical Reflections on Nuclear and Renewable Energy: Environmental Protection and Safety in the Wake of the Fukushima Nuclear Accident. Hoboken: John Wiley & Sons, 2014.

16 Wang Q, Chen X. Regulatory transparency—How China can learn from Japan's nuclear regulatory failures?. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012, 16(6): 3574-3578.

17 Renn O, Schweizer P J. Inclusive risk governance: Concepts and application to environmental policy making. Environmental Policy and Governance, 2009, 19(3): 174-185.

18 Wu Y C. Public acceptance of constructing coastal/inland nuclear power plants in post-Fukushima China. Energy Policy, 2017, 101: 484-491.

19 彭峰, 翟晨阳. 核电复兴、风险控制与公众参与——彭泽核电项目争议之政策与法律思考. 上海大学学报（社会科学版）, 2014, 31(4): 99-106.

Peng F, Zhai C Y. Revival, risk control and public participation—Policy and legal considerations on disputes over Pengze nuclear power. Journal of Shanghai University (Social Sciences Edition), 2014, 31(4): 99-106. (in Chinese)

20 郭跃, 汝鹏, 苏竣. 科学家与公众对核能技术接受度的比较分析——以日本福岛核泄露事故为例. 科学学与科学技术管理, 2012, 33(2): 153-158.

Guo Y, Ru P, Su J. Comparative analysis on the acceptances of nuclear technology between scientists and the public:based on the case of Fukushima nuclear leak. Science of Science and Management of S.&T., 2012, 33(2): 153-158. (in Chinese)

21 Slovic P. The psychology of risk. Saude e Sociedade, 2010, 19(4): 731-747.

22 蔡先凤. 中国核损害责任制度的建构. 中国软科学, 2006, (9): 38-49.

Cai X F. How to establish and perfect China's civil liability system for nuclear damage. China Soft Science, 2006, (9): 38-49. (in Chinese)

23 Mercado-Sáez M T, Marco-Crespo E, álvarez-Villa à. Exploring news frames, sources and editorial lines on newspaper coverage of nuclear energy in Spain. Environmental Communication. 2019, 13(4): 546-559.

24 Imtihani N, Mariko Y. Media coverage of Fukushima nuclear power station accident 2011 (A case study of NHK and BBC World TV stations). Procedia Environmental Sciences, 2013, 17: 938-946.

25 Wang Y, Li N, Li J. Media coverage and government policy of nuclear power in the People's Republic of China. Progress in Nuclear Energy, 2014, 77: 214-223.

26 Greenberg, M. Energy sources, public policy, and public preferences: Analysis of US national and site-specific data. Energy Policy, 2009, 37(8): 3242-3249.

27 杨广泽, 余宁乐, 韩重森, 等. 田湾核电站周围居民对核辐射危险认知调查分析. 中国辐射卫生, 2006, (1): 69-72.

Yang G Z, Yu N L, Han C S, et al. Investigation and analysis of residents' cognition of nuclear radiation danger around Tianwan Nuclear Power Station. Chinese Journal of Radiological Health, 2006, (1): 69-72. (in Chinese)

28 Greenberg M R. NIMBY, CLAMP, and the location of new nuclear-related facilities: U.S. National and 11 site-specific surveys. Risk Analysis, 2009, 29(9): 1242-1254.

29 Guo Y, Ren T. When it is unfamiliar to me: Local acceptance of planned nuclear power plants in China in the post-Fukushima era. Energy Policy, 2017, 100: 113-125.

30 Dan V D H. NIMBY or not? Exploring the relevance of location and the politics of voiced opinions in renewable energy siting controversies. Energy Policy, 2007, 35(5): 2705-2714.

31 Huang L, Zhou Y, Han Y T, et al. Effect of the Fukushima nuclear accident on the risk perception of residents near a nuclear power plant in China. PNAS, 2013, 110(49): 19742-19747.

32 Greenberg M R. How much do people who live near major nuclear facilities worry about those facilities? Analysis of national and site-specific data. Journal of Environmental Planning and Management, 2009, 52(7): 919-937.

33 Jenkins-Smith H C, Silva C L, Nowlin M C, et al. Reversing nuclear opposition: Evolving public acceptance of a permanent nuclear waste disposal facility. Risk Analysis, 2011, 31(4): 629-644.

34 Warren C R, Lumsden C, O'Dowd S, et al. 'Green on Green': Public perceptions of wind power in Scotland and Ireland. Journal of Environmental Planning and Management, 2005, 48(6): 853-875.

35 Venables D, Pidgeon N F, Parkhill K A, et al. Living with nuclear power: Sense of place, proximity, and risk perceptions in local host communities. Journal of Environmental Psychology, 2012, 32(4): 371-383.

36 Silva C L, Jenkins-Smith H C, Barke R P. Reconciling scientists' beliefs about radiation risks and social norms: Explaining preferred radiation protection standards. Risk Analysis, 2007, 27(3): 755-773.

37 Roh S, Lee J W. Differentiated influences of risk perceptions on nuclear power acceptance according to acceptance targets: Evidence from Korea. Nuclear Engineering and Technology, 2017, 49(5): 1090-1094.

38 Murakami M, Nakatani J, Oki T. Evaluation of risk perception and risk-comparison information regarding dietary radionuclides after the 2011 Fukushima nuclear power plant accident. PLoS ONE, 2016, 11(11): 1-22.

39 Frantál B, Malý J, Ouředníček M, et al. Distance matters. Assessing socioeconomic impacts of the Dukovany nuclear power plant in the Czech Republic: Local perceptions and statistical evidence. Moravian Geographical Reports, 2016, 24(1): 2-13.

40 Corner A, Venables D, Spence A, et al. Nuclear power, climate change and energy security: Exploring British public attitudes. Energy Policy, 2011, 39(9): 4823-4833.

41 Parkhill K A, Henwood K L, Pidgeon N F, et al. Laughing it off? Humour, affect and emotion work in communities living with nuclear risk. British Journal of Sociology, 2011, 62(2): 324-346.

42 Katsuya T. Public response to the Tokai nuclear accident. Risk Analysis, 2001, 21(6): 1039-1046.

43 Stoutenborough J W, Sturgess S G, Vedlitz A. Knowledge, risk, and policy support: Public perceptions of nuclear power. Energy Policy, 2013, 62: 176-184.

44 Sun C W, Zhu X T. Evaluating the public perceptions of nuclear power in China: Evidence from a contingent valuation survey. Energy Policy, 2014, 69: 397-405.

45 Irwin A. Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development. London & New York: Routledge, 1995.

46 Kuklinski J H, Metlay D S, Kay W D. Citizen knowledge and choices on the complex issue of nuclear energy. American Journal of Political Science, 1982, 26(4): 615-642.

47 Sturgis P, Allum N. Science in society: Re-evaluating the deficit model of public attitudes. Public Understanding of Science, 2004, 13(1): 55-74.

48 Maharik M, Fischhoff B. Risk knowledge and risk attitudes regarding nuclear energy sources in space. Risk Analysis, 1993, 13(3): 345-353.

49 Silva C L, Jenkins-Smith, H C, et al. Reconciling scientists' beliefs about radiation risks and social norms: Explaining preferred radiation protection standards. Risk Analysis, 2007, 27(3): 755-773.

50 Kuklinski J H, Metlay D S, Kay W D. Citizen knowledge and choices on the complex issue of nuclear energy. American Journal of Political Science, 1982, 26(4): 615-642.

51 Sjöberg L. Limits of knowledge and the limited importance of

trust. Risk Analysis, 2001, 21(1): 189-198.

52 Slovic P. Perception of risk. Science, 1987, 236(4799): 280-285.

53 Sjöberg L. Attitudes toward technology and risk: Going beyond what is immediately given. Policy Sciences, 2002, 35(4): 379-400.

54 Visschers V H M, Siegrist M. How a nuclear power plant accident influences acceptance of nuclear power: Results of a longitudinal study before and after the Fukushima disaster. Risk Analysis, 2013, 33(2): 333-347.

55 Visschers V H M, Keller C, Siegrist M. Climate change benefits and energy supply benefits as determinants of acceptance of nuclear power stations: Investigating an explanatory model. Energy Policy, 2011, 39(6): 3621-3629.

56 Siegrist M, Cvetkovich G. Perception of hazards: The role of social trust and knowledge. Risk Analysis, 2000, 20(5): 713-720.

57 He G Z, Mol A P J, Zhang L, et al. Public participation and trust in nuclear power development in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013, 23: 1-11.

58 Siegrist M. A causal model explaining the perception and acceptance of gene technology. Journal of Applied Social Psychology, 1999, 29(10): 2093-2106.

59 Wang Y X, Li J P. A causal model explaining Chinese university students' acceptance of nuclear power. Progress in Nuclear Energy, 2016, 88: 165-174.

60 Alhakami A S, Slovic P. A psychological study of the inverse relationship between perceived risk and perceived benefit. Risk Analysis, 1994, 14(6): 1085-1096.

61 Finucane M L, Alhakami A, Slovic P, et al. The affect heuristic in judgments of risks and benefits. Journal of Behavioral Decision Making, 2000, 13(1): 1-17.

62 Slovic P, Finucane M L, Peters E, et al. Risk as analysis and risk as feelings: Some thoughts about affect, reason, risk, and rationality. Risk analysis, 2004, 24(2): 311-322.

63 Roser C, Thompson M. Fear appeals and the formation of active publics. Journal of Communication, 1995, 45(1): 103-122.

64 Truelove H B. Energy source perceptions and policy support: Image associations, emotional evaluations, and cognitive beliefs. Energy Policy, 2012, 45: 478-489.

65 Visschers V H M, Siegrist M. Fair play in energy policy decisions: Procedural fairness, outcome fairness and acceptance of the decision to rebuild nuclear power plants. Energy Policy, 2012, 46: 292-300.

66 McComas K A, Besley J C, Yang Z. Risky business: Perceived behavior of local scientists and community support for their research. Risk Analysis, 2008, 28(6): 1539-1552.

67 Besley J C. Public engagement and the impact of fairness perceptions on decision favorability and acceptance. Science Communication, 2010, 32(2): 256-280.

68 Besley J C. Does fairness matter in the context of anger about nuclear energy decision making?. Risk Analysis, 2012, 32(1): 25-38.

69 Yim M S, Vaganov P A. Effects of education on nuclear risk perception and attitude: Theory. Progress in Nuclear Energy, 2003, 42(2): 221-235.

70 Whitfield S C, Rosa E A, Dan A, et al. The future of nuclear power: Value orientations and risk perception. Risk Analysis, 2009, 29(3): 425-437.

71 Tsujikawa N, Tsuchida S, Shiotani T. Changes in the factors influencing public acceptance of nuclear power generation in Japan since the 2011 Fukushima Daiichi nuclear disaster. Risk Analysis, 2016, 36(1): 98-113.

72 Kahan D M, Braman D, Gastil J, et al. Culture and identity-protective cognition: Explaining the white-male effect in risk perception. Journal of Empirical Legal Studies, 2007, 4(3): 465-505.

73 Mah D N Y, Hills P, Tao J L. Risk perception, trust and public engagement in nuclear decision-making in Hong Kong. Energy Policy, 2014, 73: 368-390.

74 Spence A, Pidgeon N. Framing and communicating climate change: The effects of distance and outcome frame manipulations. Global Environmental Change, 2010, 20(4): 656-667.

75 Siegrist M, Visschers V H. Acceptance of nuclear power: The Fukushima effect. Energy Policy, 2013, 59: 112-119.

76 Huang L, He R Y, Yang Q Q, et al. The changing risk perception towards nuclear power in China after the Fukushima nuclear accident in Japan. Energy Policy, 2018, 120: 294-301.

77 Wang J, Kim S. Comparative analysis of public attitudes toward nuclear power energy across 27 European countries by applying the multilevel model. Sustainability, 2018, 10(5): 1518.

78 Xia D Q, Li Y Z, He Y L, et al. Exploring the role of cultural individualism and collectivism on public acceptance of nuclear energy. Energy Policy, 2019, 132: 208-215.

79 Inglehart R. Post-materialism in an environment of insecurity. American Political Science Review, 1981, 75(4): 880-900.

80 Latré E, Thijssen P, Perko T. The party politics of nuclear energy: Party cues and public opinion regarding nuclear energy in Belgium. Energy Research & Social Science, 2019, 47: 192-201.

81 Grimmelikhuijsen S, Jilke S, Olsen A L, et al. Behavioral public administration: Combining insights from public administration and psychology. Public Administration Review, 2017, 77(1): 45-56.

82 Kim J, Park S Y, Lee J. Do people really want renewable energy ? Who wants renewable energy? Discrete choice model of reference-dependent preference in South Korea. Energy Policy, 2018, 120: 761-770.

83 Favero N, Bullock J B. How (not) to solve the problem: An evaluation of scholarly responses to common source bias. Journal of Public Administration Research and Theory, 2014, 25(1): 285-308.

84 Roh S. Big Data analysis of public acceptance of nuclear power in Korea. Nuclear Engineering and Technology, 2017, 49(4): 850-854.